HERB.

L'AGRONOMIE
TROPICALE

Extrait du n° 4
Juillet-Août 1955

LA ROUILLE AMÉRICAINE DU MAIS *(Zea mays L.)* DUE A *PUCCINIA POLYSORA* UNDERW. AU CAMEROUN ET EN AFRIQUE ÉQUATORIALE FRANÇAISE

par

A. M. SACCAS

Chef de la Section de Phytopathologie
à la Station Centrale de Boukoko (A. E. F.).

COMMONWEALTH MYCOLOGICAL INSTITUTE
11 DEC 1956

LA ROUILLE AMÉRICAINE DU MAIS *(Zea mays L.)* DUE A *PUCCINIA POLYSORA* UNDERW. AU CAMEROUN ET EN AFRIQUE ÉQUATORIALE FRANÇAISE

par

A. M. SACCAS

Chef de la Section de Phytopathologie
à la Station Centrale de Boukoko (A. E. F.).

I. HISTORIQUE ET RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

Puccinia polysora a été décrite pour la première fois en 1897 par UNDERWOOD (18) sur *Tripsacum laxum* en Alabama, Etats-Unis. En 1920, cette rouille était observée, sur le même hôte, dans l'Etat de New Jersey, en Floride et à Saint-Domingue, ainsi que sur *Tripsacum lanceolatum* au Mexique et *Tripsacum latifolium* à Cuba. En 1934, *Puccinia polysora* était remarquée sur *Tripsacum laxum* en Virginie et sur *Erianthus divaricatus* en Floride. En 1938, selon KERN (5), elle apparaissait sur *Tr. laxum* au Venezuela.

C'est CUMMINS (3) en 1941 qui, le premier, signala sa présence sur maïs en examinant un échantillon récolté par STAKMAN à Tango Maria (Pérou) en 1940 et déterminé comme étant *Puccinia sorghi* SCHW. L'abondance et la distribution uniforme des urédosores et surtout la présence de téleutosores sous-épidermiques et indéhiscents attirèrent l'attention de CUMMINS. En pratiquant une coupe au niveau de ceux-ci, il observa des téleutospores à contour irrégulier le plus souvent anguleux, brun noisette, à paroi apicale peu épaissie, contrairement à celle de *P. sorghi*, mesurant 29-41 × 19-27 μ. La forme et les dimensions de ces téleutospores ne correspondaient pas à celles de *P. sorghi* et la présence abondante de mésospores accentua ses soupçons. Quant aux urédospores de l'échantillon de STAKMAN, jaunâtres ou dorées, munies de 4-5 pores équatoriaux indistincts, elles étaient plus longues que celles de *P. sorghi* [21 (23-29) × 29-36 μ au lieu de 23-29 × 26-32]. Il s'agissait de *Puccinia polysora* UNDERW.

Une révision des échantillons de l'herbier ARTHUR déterminés comme étant *P. sorghi* révélait que cette confusion n'était pas la seule. Dans la collection de NEWTON (Massachusetts), ELLIS avait commis la même erreur dans sa description des champignons de l'Amérique du Nord. L'examen d'autres échantillons du même herbier, provenant du Honduras Britannique, de Costa Rica, Cuba, Géorgie, Mexique, Mississipi, Panama, Porto-Rico et Texas, aboutit à la même constatation : *Puccinia polysora* existait depuis longtemps en Amérique sur maïs, mais confondue avec *P. sorghi*, elle avait passé inaperçue.

Puccinia polysora a été également signalée sur téosinte (*Euchlaena mexicana*) par KELLERMAN au Guatemala et considérée jusqu'en 1941 comme étant *P. sorghi*.

NANCE (11) en 1950 note la présence de *P. polysora* sur maïs le long de l'Ohio dans l'Etat d'Indiana. La même année, WRIGHT (20) la reconnaît à la Jamaïque.

En 1950-51, de très fortes attaques d'une rouille causant des dégâts importants étaient observées en Afrique Occidentale dans de nombreuses localités de la zone équatoriale et en particulier au Dahomey et au Togo. MEIFFREN (9) qui le premier, en 1950, constata la maladie dans ces Territoires, l'attribuait à *P. sorghi* associée à *Helminthosporium maydis* NISIKADO et MIYAKE et *Fusarium moniliforme* SHELD. Pour expliquer l'importance inusitée des dégâts de cette rouille, on supposait qu'il s'agissait probablement d'une race physiologique nouvellement introduite et particulièrement virulente. MALLAMAIRE (8) rapporte qu'elle a rapidement gagné les cultures de la Côte d'Ivoire, où elle fut signalée par LUC (7), et les Territoires britanniques de Nigeria et Gold Coast.

Les collections faites par DEIGHTON (4) en Sierra Leone étaient considérées aussi comme *P. sorghi*, mais la virulence inaccoutumée du parasite et l'importance des dégâts qu'il causait dans

les cultures de maïs de tout l'Ouest Africain retinrent l'attention des mycologues britanniques du Commonwealth Institute Mycology de Kew. Après avoir examiné les collections de DEIGHTON (1949) et de WATERSTON en Nigeria et Gold Coast (1951) et les avoir comparées aux échantillons authentiques américains, CUMMINS et BISBY conclurent que la rouille qui sévissait sur maïs dans l'Ouest Africain Britannique était due à *Puccinia polysora* UNDERW. et non *P. sorghi* SCHW. Les mêmes spécialistes firent le même diagnostic sur les échantillons qui leur avaient été adressés d'Afrique Occidentale Française.

RHIND, WATERSTON et DEIGHTON (12) supposent que l'introduction de *P. polysora* en Nigeria et Gold Coast s'est faite par les semences importées d'Amérique.

Cette grave affection sévit également au Cameroun, où nous l'avons identifiée en août 1952. Rapidement, elle gagna l'Afrique Equatoriale Française. Nous l'avions observée pour la première fois à la même époque sur des pieds provenant de la région d'Ambam (Gabon), puis en décembre 1952 dans les collections de maïs de la Station Centrale de Boukoko. Au début de 1953, la maladie apparaissait dans tout le Territoire de l'Oubangui-Chari. Les cultures de maïs du Moyen-Congo et du Tchad ne furent pas davantage épargnées.

Jusqu'ici la rouille américaine n'a pas été signalée au Congo Belge. Par l'examen de feuilles provenant de la Réunion, BOURIQUET (1) a déterminé sa présence dans les cultures de maïs de l'île. Le même auteur rapporte que *Puccinia polysora* vient d'être observée par le Commonwealth Mycological Bureau de Londres sur du matériel de l'île Maurice, et, tout dernièrement (2), il a annoncé que la rouille américaine du maïs sévissait aussi dans les cultures de la côte Est de Madagascar.

II. CARACTÈRES MACROSCOPIQUES DE LA MALADIE

FIG. 1. — Pieds de maïs fortement attaqués par *P. polysora*. Fragments de feuilles couvertes d'urédosores.

Puccinia polysora affecte les pieds de maïs à tous les stades de leur croissance, depuis le stade herbacé (trois à quatre feuilles) jusqu'à leur maturité. Les attaques se manifestent sur feuilles, gaines, bractées, inflorescences mâles et tiges.

On remarque, sur les deux faces des feuilles, de très nombreuses taches décolorées ou jaunâtres sur lesquelles prennent naissance de petites pustules, ou urédosores, arrondies à ovales, bombées, réparties densément et irrégulièrement sur les deux faces, plus nombreuses à la face supérieure (Fig. 1). Les urédosores demeurent longtemps sous-épidermiques, puis éclatent par une fente longitudinale ou irrégulière sous la pression interne du stroma urédosporé du champignon et laissent échapper une poussière jaune doré constituée par les urédospores. Les pustules urédosporées sont généralement allongées, souvent linéaires, pouvant atteindre 2 à 5 mm de longueur. Les feuilles prennent une coloration jaune, visible de loin, puis se dessèchent ; le dessèchement débute par les extrémités et gagne la base.

Ce sont les feuilles les plus proches du sol qui sont attaquées, puis la maladie progresse de bas en haut pour gagner l'ensemble du feuillage et s'étend à tous les organes verts. Dans le cas de fortes attaques survenues quand les pieds sont jeunes et avant l'épiaison, ils se dessèchent ou restent chétifs, les épis se forment mal et restent atrophiés, ils sont stériles ou ne portent

que quelques graines. Si les attaques sont tardives, au moment de l'épiaison ou après, elles n'ont qu'une faible action sur le rendement. Les épis sont moins développés et les graines mal nourries.

Les gaines et les bractées des inflorescences femelles sont attaquées au même titre que les feuilles.

Sur les tiges et les inflorescences mâles et sur leurs épillets, on trouve très fréquemment de nombreuses pustules urédosporées grandes et allongées, devenant souvent confluentes.

III. CARACTÈRES MICROSCOPIQUES DU CHAMPIGNON

Puccinia polysora Underw. [= *Dicaeoma polysora* Arth. (*Res. Sci. Congr. Bot.*, Vienne, 1906)] est une Urédinale dont le cycle évolutif complet est encore inconnu. On suppose qu'il s'agit d'une rouille hétéroïque, dont la forme écidienne (pycnides et écidies) ainsi que sa plante-hôte n'ont pas été trouvées jusqu'ici.

Formes urédosporée et téleutosporée

Les plantes-hôtes de ces deux formes sont les suivantes : *Zea mays*, *Tripsacum laxum*, *Tripsacum lanceolatum*, *Tripsacum latifolium*, *Erianthus divaricatus* et *Euchlaena mexicana*.

A. Forme urédosporée

1° Urédosores

Ils se forment généralement sur les feuilles, les gaines, les tiges, les bractées des épis et les inflorescences mâles. Très abondants sur les deux faces du limbe, surtout à l'épiphylle, ils peuvent les couvrir entièrement. Pustuliformes, arrondis, oblongs, atteignant 1-3 mm de diamètre, ou allongés, au début sous-épidermiques, isolés, répartis irrégulièrement à la surface du limbe, ils sont entourés d'un halo jaune clair et apparaissent sous forme de petites ponctuations jaunâtres qui s'étendent et deviennent brun clair à brun cannelle. Le centre devient légèrement bombé par suite du développement sous-épidermique d'un stroma mycélien, qui porte des paraphyses et des stérigmates sur lesquels naissent les urédospores. Sous la pression interne, l'épiderme éclate par une fente longitudinale libérant une poussière jaune d'or constituée par les urédosores.

Sur les autres organes attaqués, les urédosores sont généralement plus grands que sur les feuilles. De forme allongée, ils peuvent atteindre 5-7 mm de long.

2° Urédospores (Fig. 6)

Globuleuses, obovoïdes, ovoïdes à ellipsoïdes, rarement arrondies ou piriformes, de coloration jaunâtre à jaune d'or, elles sont percées de quatre à cinq pores germinatifs, rarement six, le plus souvent cinq, arrondis ou ovales, équatoriaux ou subéquatoriaux, qui mesurent 3-4 μ de diamètre, difficilement visibles. Leur contenu cytoplasmique est granuleux avec un volumineux globule graisseux jaune, parfois accompagné de plus petits.

Les urédospores naissent solitairement à l'extrémité de stérigmates filiformes, cylindriques,

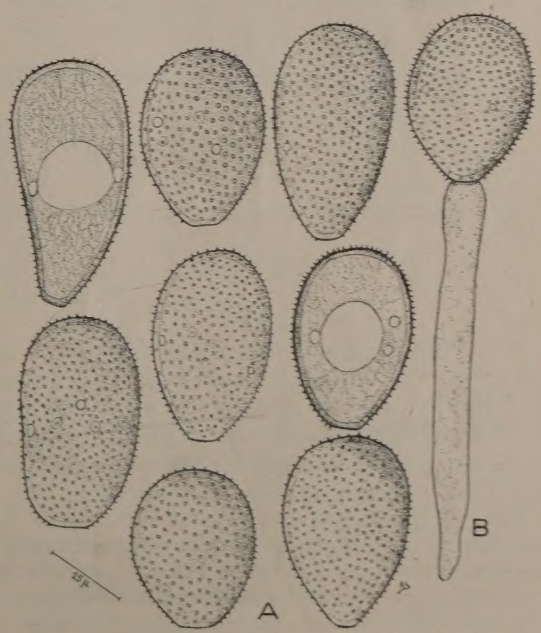


Fig. 6. — A : Urédospores de *Puccinia polysora* Underw.
B : Urédospore portée par un stérigmate.

droits à flexueux, à partie terminale légèrement enflée, de 45-76 × 5-6 μ, qui tapissent la surface d'un stroma sous-épidermique. Ils deviennent libres par suite de la déchirure de l'épiderme sous la pression interne du stroma mycélien et des organes fructifères.

La membrane des urédospores, relativement mince, 1,5 à 2 μ d'épaisseur, est composée de trois couches : l'endospore, couche interne mince entourant le contenu cytoplasmique ; la mésospore, de coloration brun clair et épaisse ; l'épispore, couche externe, composée d'une fine pellicule incolore, qui porte les échinulations coniques mesurant 1-1,5 μ de long, relativement peu denses et facilement perceptibles.

Les mesures biométriques des urédospores ont été réalisées sur des échantillons de maïs récoltés au Cameroun (régions de N'Tem,Dja et Lobo, Nyong et Sanaga) et en A. E. F. (Oubangui, Tchad, Moyen-Congo), à raison de cent mensurations par échantillon.

Origine	Longueur des urédospores (L) en μ		Largeur (l) en μ		L/l
		Moyenne		Moyenne	
1) Environs d'Ebolowa (Région de N'Tem)	30-36 (28-40)	33,42	20-22 (17-26)	21,02	1,58
2) Environs d'Ambam (Région de N'Tem)	30-36 (28-40)	32,94	20-24 (18-25)	22,22	1,48
3) Région de Dja et Lobo	29-36 (27-38)	32,30	20-24 (19-25)	21,54	1,49
4) Environs de Djoum (Région de Dja et Lobo)	30-35 (26-39)	31,22	21-23 (19-24)	21,22	1,47
5) Environs de Yaoundé (Région de Nyong et Sanaga)	30-34 (26-38)	31,76	20-23 (18-26)	22,52	1,41
	30-34 (28-38)	31,68	20-23 (18-25)	21,20	1,49
6) Environs de M'Baïki (Oubangui)	30-34 (26-38)	32,36	22-24 (21-26)	23	1,40
	30-35 (28-42)	33	21-24 (20-26)	22,9	1,44
7) Environs de Léré (Tchad)	30-33 (26-38)	31,7	21-23 (19-24)	21,32	1,48
8) Environs de Fort-Archambault (Tchad)	30-33 (28-40)	32,16	21-23 (19-25)	21,8	1,47
9) Station de Loudima (Moyen-Congo)	30-35 (27-42)	33,04	21-23,5 (19-26)	22,52	1,46
10) Environs d'Ewo (Moyen-Congo)	30-34 (27-37)	33	21-24 (19-27)	22,92	1,48

Sur douze cents spores, les extrêmes et les moyennes des longueur et largeur sont les suivantes :

L : 30-34 (26-42) ; moy. : 32,38 μ.
l : 21-24 (18-27) ; moy. : 22,01 μ.

Quant au rapport L/l, il varie entre 1,40 et 1,58.

B. **Forme téleutosporée**

Sur le continent africain, cette forme paraît très rare. Mallamaire (8) signale en 1952 qu'il n'a pu trouver de téleutospores de *Puccinia polysora* en Afrique Occidentale française, et il suppose que la forme urédosporée est suffisante à elle seule pour provoquer et propager la maladie.

Nos recherches sur de nombreux échantillons malades, provenant du Cameroun et d'A. E. F. nous ont permis de trouver à deux reprises quelques rares téleutosores contenant des téleutospores sur feuilles sèches récoltées au Cameroun, près d'Ebolowa, et aux environs de Boda en Oubangui-Chari. Il est possible que les conditions climatiques ne soient pas favorables à leur formation et leur absence est liée sans doute à des causes d'ordre biologique. La forme urédosporée semble seule, non seulement assurer la propagation du parasite au cours de la période végétative du maïs, mais aussi constituer les organes de conservation durant la saison sèche d'un cycle à l'autre. Ce cas est fréquent chez les Urédinales des pays tropicaux et, d'une manière générale, on peut admettre que le stade urédosporé y est prédominant : *Puccinia glumarum* (Schm.) Erikss. et Henn., ou rouille jaune des céréales, par exemple, ne produit que rarement des téleutospores. Pour d'autres, leur cycle évolutif est

réduit uniquement à la forme urédosporée. Il en est ainsi pour *Uromyces fabae* (Pers.) de Bary qui, à Quito (Equateur), ne produit jamais de téleutospores, pour *Uromyces bidendicola* (Henn.) Arth., très répandu sur *Bidens pilosa* dans toute l'Amérique tropicale, aux Philippines et dans l'Ouest Indien, qui ne se reproduit que par les urédospores qui se forment abondamment sur les feuilles, tandis que le stade téleutosporé ne fut que très rarement observé.

1° Téleutosores.

Ils sont généralement amphigènes, plus nombreux à la face supérieure du limbe, le plus souvent linéaires ou disposés au hasard, allongés, petits, toujours sous-épidermiques, indéhiscents, de coloration brun foncé, noirâtre à brun chocolat.

2° Téleutospores, ou probasides (Fig. 7, A) :

Elles sont le plus souvent irrégulièrement ellipsoïdes à obovoïdes, le plus fréquemment anguleuses, à apex tronqué, arrondi ou formant un plateau horizontal ou incliné ; bicellulaires par une cloison médiane, faiblement constrictées à ce niveau, la cellule supérieure est généralement plus large que la loge inférieure, rarement moins. Leur membrane est mince, jaune brunâtre à brun noisette, lisse, à apex peu épaissi, ne dépassant pas 3,5-4,5 μ d'épaisseur. Elles sont portées par un pédicelle court, trapu, incolore, à membrane mince, mesurant 15-25 × 4-5 μ. Souvent, le pédicelle prend naissance sur la partie latérale de la loge inférieure de la probaside. Dimensions : 30-49 × 17-28 (moy. : 37,1 × 22,5) μ.

3° Mésospores, ou téleutospores unicellulaires (Fig. 7, B) :

Elles sont abondantes à très abondantes dans les téleutosores, mêlées aux probasides. Elles sont brun jaune à brun chocolat. Leur membrane est lisse et mince, à apex peu épaissi, ne dépassant pas 3,5-4,5 μ. Leur contour est plus ou moins irrégulier, anguleux ; subovoïdes à obovoïdes, elles sont portées par un court pédicelle de même longueur que celui des probasides. Dimensions : 22-31 × 15-19 (moy. : 24,3 × 17,9) μ.

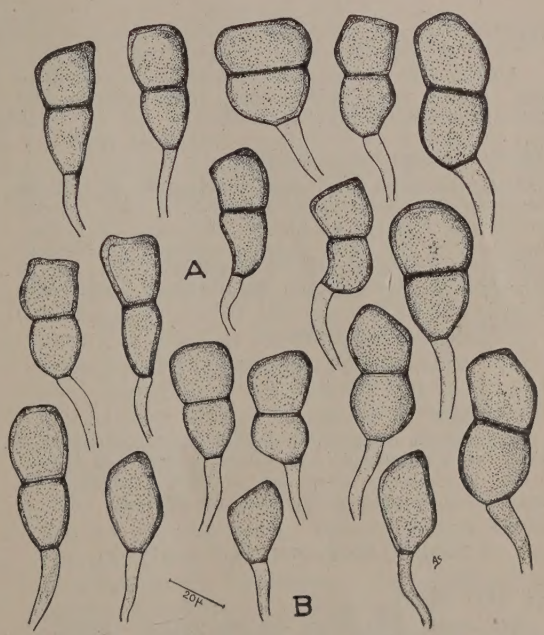


Fig 7.

IV. COMPARAISON DES CARACTÈRES MACROSCOPIQUES ET MICROSCOPIQUES DE *PUCCINIA POLYSORA* Underw. ET *PUCCINIA SORGHI* Schw.

Au stade urédosporé, ces deux rouilles peuvent être confondues. Il est facile de les différencier par l'examen morphologique des téleutospores, mais nous avons vu que celles-ci sont rares chez *P. polysora*. La virulence plus aiguë de cette dernière et ses effets plus graves permettent également de la distinguer de *P. sorghi* (= *P. maydis* Bérang.) ; ses urédospores sont plus denses sur les feuilles que ceux de *P. sorghi* dont la forme est en outre plus allongée. Seul l'examen microscopique permet de les séparer nettement.

Nous donnons ci-après et comparativement les caractères des deux espèces.

Puccinia polysora Underw.	*Puccinia sorghi* Schw.
Urédosores	
Sur feuilles, gaines, tiges, bractées et inflorescences mâles. Sur feuilles, amphigènes, nombreux à très nombreux densément et irrégulièrement répartis, pustuliformes, petits, arrondis, ovales, rarement allongés, 1-3 mm diam. ; brun jaunâtre à brun clair, au début sous-épidermiques, faisant ensuite éclater l'épiderme. Sur tiges, gaines et autres organes, ovales, allongés, 5-7 mm de long.	Sur feuilles, gaines, rarement tiges et bractée. Sur feuilles, amphigènes, plus nombreux snr la face supérieure, ovales à allongés, irrégulièrement disposés, de coloration brun roux vif, 1-4 mm long., au début sous-épidermiques puis devenant externes par rupture de l'épiderme.
Urédospores	
Obovoïdes à ovoïdes, rarement globuleuses et piriformes, à membrane mesurant 1,5-2 μ d'épaisseur, de coloration jaunâtre à jaune d'or, ornée d'échinulations coniques et fines, peu denses et perceptibles ; percées de 4-5, rarement 6, pores germinatifs équatoriaux ou subéquatoriaux. L/l = 1,40-1,58.	Globuleuses, presque sphériques à faiblement ellipsoïdes, à membrane épaisse (1,5-2 μ), brun fauve, échinulées et percées de 3-4 pores germinatifs disposés à l'équateur ; 24-32 × 20-28 ou 23-30 × 22-26, ou 26-32 × 23-29 μ ; accompagnées de nombreuses paraphyses de 80-85 μ de long. L/l = 1,08-1,14.
Téleutosores	
Amphigènes, linéaires ou disposés au hasard, allongés, petits, sous-épidermiques, indéhiscents, brun foncé, noirâtres à brun chocolat.	Amphigènes, parfois sur gaines et tiges ; brun noirâtre obscur, au début sous-épidermiques puis déhiscents par déchirure de l'épiderme ; ovales à allongés.
Téleutospores (ou probasides)	
Irrégulièrement ellipsoïdes à obovoïdes, à contour irrégulier, le plus souvent anguleux, à apex tronqué arrondi ou formant un plateau horizontal ou incliné, bicellulaires par une cloison médiane, faiblement constrictées à ce niveau ; à membrane mince, jaune brunâtre à brun noisette, lisse, à apex peu épaissi 3,5-4,5 μ. Pédicelle court et trapu. 30-49 × 17-28 (moy. : 37,1 × 22,5) μ.	Oblongues à ellipsoïdes, ou faiblement en massue, à sommets obtus ou arrondis, de 5-11 μ d'épaisseur ; à membrane lisse fauve opaque. Pédicelle incolore, long, 75-85 μ. 25-46 × 12-21 μ.
Mésospores	
Abondantes à très abondantes, brun jaune à brun chocolat, à membrane lisse mince, à apex peu épaissi, 3,5-4,5 μ, à contour irrégulier, souvent anguleux, subovoïdes, obovoïdes, portées par un pédicelle court et trapu. 22-31 × 15-19 (moy. 24,3 × 17,9) μ.	Assez fréquentes, à parois épaisses, percées d'un pore germinatif au sommet, brun fauve. 20-31 × 17-24 μ.
Plantes-hôtes	
Zea mays, *Tripsacum lanceolatum*, *T. laxum*, *T. latifolium*, *Erianthus divaricatus*, *Euchlaena mexicana* (téosinte). Rouille probablement hétéroïque.	*Zea mays*, teosintes. Rouille hétéroïque.
Hôte-écidien	
Inconnu.	*Oxalis* divers, *O. corniculata*, *O. stricta*, *O. cymosa*, etc., etc...
Répartition géographique	
Continent américain, Antilles, Afrique Occidentale, Cameroun, Afrique Equatoriale Française, Iles de la Réunion, Maurice et Madagascar.	Cosmopolite, Europe, Asie, Afrique, Amérique.

V. ÉTUDE BIOLOGIQUE

La biologie de *Puccinia polysora*, et en particulier la détermination des exigences thermiques et hygrométriques de germination des urédospores, a été étudiée « *in vitro* » au laboratoire.

A. Germination des urédospores

Placées en suspension dans une goutte d'eau de pluie stérile ou glucosée stérile à 2 %, les urédospores germent en des temps variables suivant la température. A 28° C la germination s'élève à 20-30% au bout de deux à trois heures. En cinq à six heures, elle est totale.

Un peu avant l'apparition des tubes germinatifs, le cytoplasme des urédospores devient granu- leux. Les gros globules graisseux se fragmentent en plusieurs globules sphériques, tandis que par les pores germinatifs le filament, qui se forme à partir de la membrane interne ou endospore, fait légèrement saillie. La forme et les dimensions des urédospores restent les mêmes. En général, elles donnent naissance à un seul tube germinatif (50-60 %), rarement à deux ou trois (20-30%) et plus rarement encore à quatre, chacun prenant naissance au niveau des pores équatoriaux.

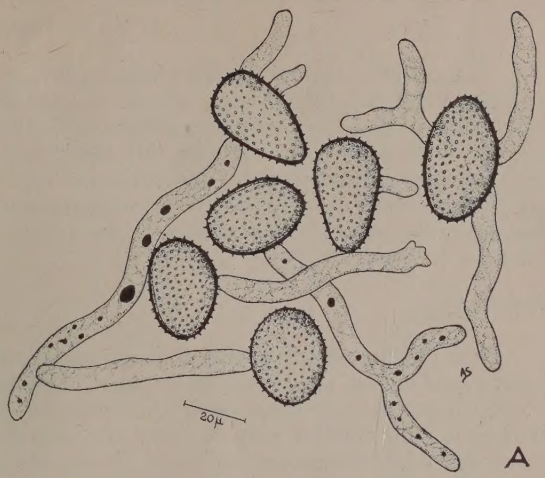


FIG. 8. — Germination des urédospores en goutte pendante, à 28°C., observée après six heures.

Au début, le jeune filament apparaît sous forme d'une petite protubérance cylindrique, entourée d'une membrane mince et incolore. Rapidement il s'allonge et s'élargit dès sa sortie du pore. Au bout de quatre à cinq heures, il peut atteindre 30-60 µ de longueur et 6-7 µ de diamètre (Fig. 8). et de son contenu cytoplasmique, d'aspect granuleux, renferme de nombreuses vacuoles arrondies et ovales nombreux globules graisseux répartis sur toute sa longueur.

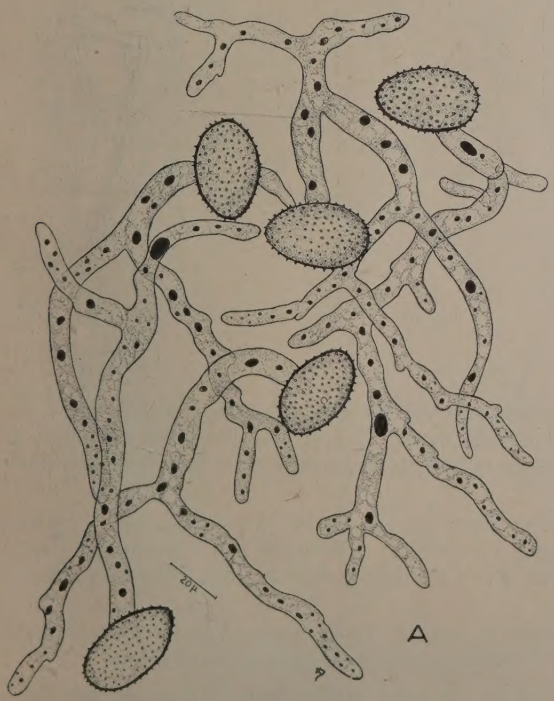


FIG. 9. — Germination des urédospores en goutte pendante, à 28°C, observée après douze heures.

Au bout de douze à quinze heures, à la même température, la longueur des filaments germinatifs atteint 100-150 µ. Tandis qu'au premier stade de leur élongation, ils étaient régulièrement cylindriques et continus, ils donnent alors naissance à des ramifications secondaires, leur contour devient en général irrégulier et présente par places des dilatations et des rétrécissements (Fig. 9).

Au bout de vingt-quatre heures, tandis que les urédospores se vident de leur contenu cytoplasmique, qui se déplace dans les tubes germinatifs en croissance, ces derniers mesurent 250-300 µ de long, portant de nombreuses ramifications secondaires et tertiaires et l'irrégularité de leur contour est encore plus marquée.

Au delà de vingt-quatre heures, nous n'avons pas pu suivre l'aspect des filaments ; les goutte- lettes d'eau s'étant évaporées, les hyphes ont cessé de croître et se sont desséchées.

A la suite de nombreuses répétitions de mise en germination des urédospores, nous avons pu constater que celle-ci se fait plus facilement dans une gouttelette placée sur une lame qu'en goutte pendante, et au contact de très fines gouttelettes plutôt que dans une grosse goutte.

B. Détermination des températures optimum et maximum de germination et de la température léthale

Jusqu'ici la biologie de *Puccinia polysora* n'a fait l'objet d'aucune étude. Nous avons déterminé les températures optimum et maximum de germination d'après le pourcentage d'urédospores germées et la longueur de leurs tubes germinatifs en des temps déterminés. Nous avons choisi des températures variant de 20 à 45° C. La température minimum n'a pu être déterminée, en raison de l'impossibilité dans laquelle nous nous trouvons d'obtenir des températures inférieures à 20°. Un frigidaire nous a permis de soumettre les urédospores aux températures — 2 à + 5° : au bout de trois jours, la germination est nulle, mais les spores ne sont pas tuées, elles germent très facilement si on les place ensuite dans des étuves à 26-30°.

Technique

Pour chaque température, nous avons préparé aseptiquement cinq cellules de Van Tieghem. Nous avons déposé sur la lamelle fermant la cellule une fine gouttelette d'une solution d'eau glucosée à 2 %, contenant une suspension d'urédospores prélevées directement sur feuilles, gaines ou tiges de maïs. Les cinq cellules réunies dans une chambre humide de Malassay étaient placées dans une étuve réglée à la température choisie. Quatre étuves électriques à réglage automatique et deux étuves à pétrole pour les températures dépassant 30° nous ont permis d'assurer la constance des températures. Nous avons effectué le comptage des urédospores germées et les mesures des tubes germinatifs au bout de trois, six, douze, seize et vingt-quatre heures. Les expériences ont été effectuées cinq fois successives et les résultats figurent dans le tableau et les graphiques ci-après :

Température en °C	Trois heures		Six heures		Douze heures		Seize heures		Vingt-quatre heures	
	U g % (1)	L tg μ (2)	U g %	L tg μ	U g %	L tg μ	U g %	L tg μ	U g %	L tg μ
20	—	—	—	—	25	10-15	60	20-85	90	40-115
23	—	—	—	—	57	15-32	95	30-78	95	55-140
25	10	3-7	35	15-35	84	25-80	84	38-100	84	70-160
26	30	5-20	87	30-60	87	35-85	87	50-115	87	85-180
27	47	7-35	91	45-70	91	60-100	91	80-135	91	100-200
28	65	5-50	94	50-80	94	80-135	94	100-160	94	150-250
29	60	5-30	60	10-40	60	10-40	60	10-40	60	10-40
30	32	5-25	32	5-25	32	5-25	32	5-25	32	5-25
32	20	5-10	20	5-10	20	5-10	20	5-10	20	5-10
33	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(1) U g % = Pourcentage d'urédospores germées.
(2) Ltg μ = Longueur des tubes germinatifs en μ.

Ces expériences montrent qu'au contact de petites gouttelettes d'eau, les urédospores de *P. polysora* peuvent germer à des températures variant entre 20 et 32° C. Les plus favorables se situent entre 26 et 28°, cette dernière constituant la température optimum de germination dans les conditions de l'expérience.

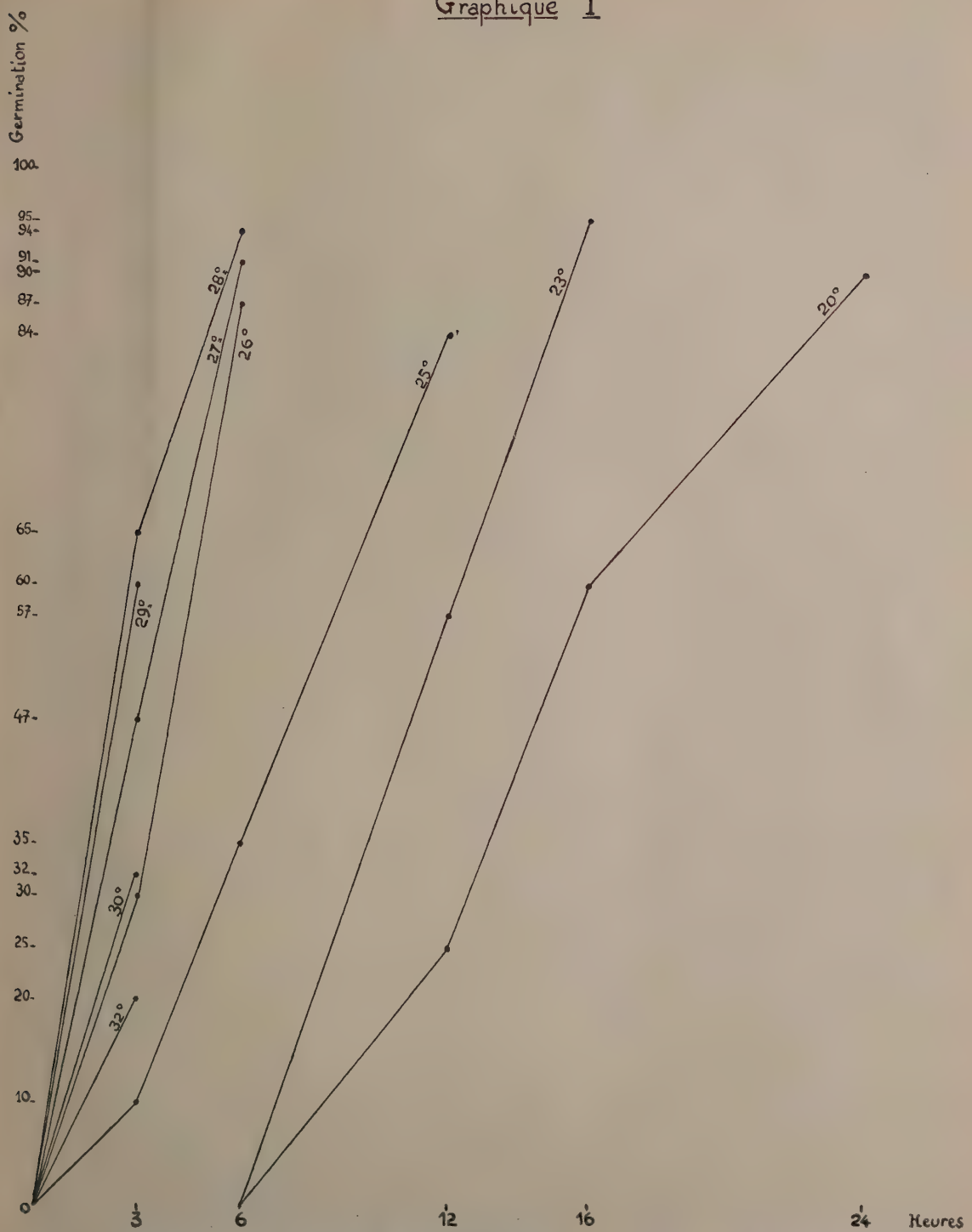
De 29 à 32° C, la germination se produit dans la proportion de 20 à 42 % pendant les premières heures. Mais l'action prolongée de ces températures, surtout 32°, ne la favorise pas ; de plus les tubes germinatifs restent courts et ne prolifèrent pas au bout de six à vingt-quatre heures. 32° est la température-limite maximum de germination.

De 33 à 35°, les urédospores ne germent pas, même au bout de vingt-quatre heures. Mais elles ne sont pas tuées. Placées alors dans une étuve à 26-28°, 70-80 % germent en deux à trois heures.

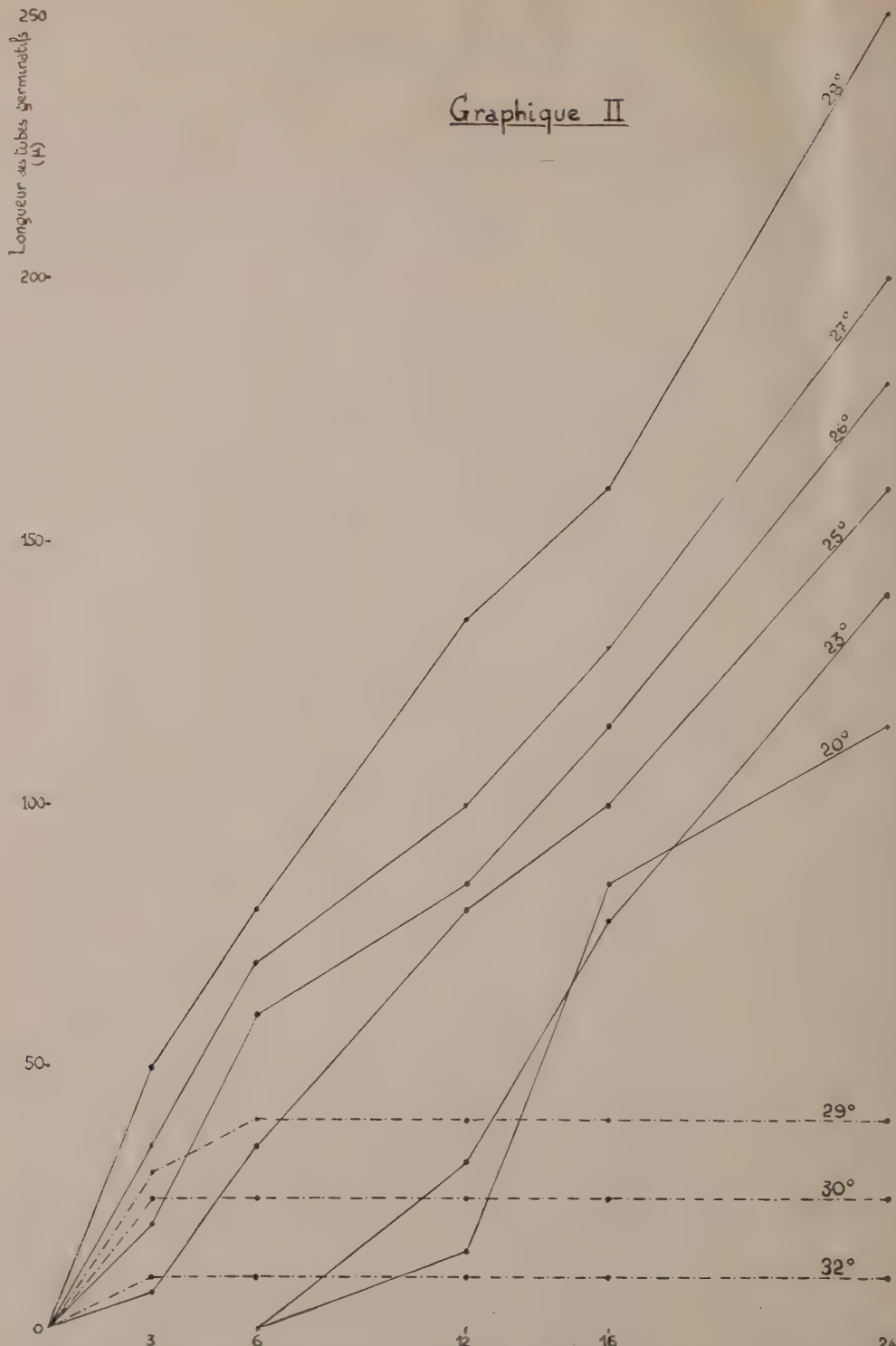
A 40°, les urédospores résistent pendant douze heures sans perdre leur pouvoir germinatif ; mais soumises à une action prolongée de cette température, elles sont tuées.

A 45° et 50°, elles sont tuées respectivement au bout de six et au bout de deux-trois heures.

Graphique I



Variations du pourcentage de germination des urédospores en fonction du temps



Variations de la longueur des tubes germinatifs en fonction du temps

De 20 à 23°, la germination est lente et ne se déclenche qu'au bout de douze heures. Elle est d'autant plus lente que la température décroît (Voir graphiques I et II).

Weber (19), étudiant en 1922 l'action de la température et de l'humidité sur la germination des urédospores de *P. sorghi*, avait obtenu les résultats suivants dont il ressort que 17° est l'optimum :

Température en °C	4	8	12	16	17	18	20	26	30	34	40
Germination %	3	30	70	90	100	95	75	60	20	0	0

Les pourcentages d'infection sur plantules âgées de douze jours de 8 à 32°, en milieu presque saturé d'humidité, étaient :

Température en °C	8	14	18	25	32
Infection %	29	50	90	20	0

L'auteur précise qu'à 28° l'infection se produit, mais le champignon ne se développe pas bien. Le développement le plus rapide a lieu à 20° C.

C. Influence de l'humidité

Les expériences précédentes ont montré que les urédospores de *P. polysora* ne germent qu'au contact d'une goutte d'eau et d'autant plus vite que la température ambiante varie entre 26 et 28° C.

En pulvérisant une suspension d'urédospores dans l'eau glucosée, à l'aide d'un micropulvérisateur, sur des lames placées ensuite en chambre humide à ces températures, on obtient une germination presque totale au bout de trois à quatre heures. Par contre, placées en goutte pendante, les urédospores qui se trouvent au centre de la goutte ne germent pas, tandis que sur les bords elles germent dans la même proportion, au bout du même laps de temps, qu'au contact de fines gouttelettes. Elles germent également sur une goutte d'eau étalée sur une lame.

La constance de ces faits nous conduit à penser que la germination des urédospores exige une quantité d'oxygène importante.

En présence d'une humidité saturée de vapeur d'eau, à la température optimum de 28° C, le pourcentage de germination est faible (15-20) au bout de vingt-quatre heures. En atmosphère non saturée d'humidité, les essais de germination étaient négatifs. Dans les régions forestières des pays tropicaux et équatoriaux, les rosées matinales, qui forment de nombreuses et fines gouttelettes ou une mince pellicule d'eau persistant pendant plusieurs heures à la surface des feuilles, de même que les pluies fines, offrent aux urédospores les conditions optima de germination et d'infection des organes, la température étant presque toujours favorable.

L'action de différents degrés hygrométriques sur la germination de *Puccinia sorghi* à 25° C avait été étudiée par Smith (14) en 1926. Il avait obtenu les résultats suivants :

Humidité %	100	99,5	99,1	98,7	98,2	97,5
Germination %	54	46	36	25	11	3

D. Vitalité des urédospores

En Afrique centrale et occidentale, la formation des téleutospores, ou organes de conservation de *P. polysora*, étant rare ou inexistante pour des raisons climatiques ou biologiques, les urédospores, qui se forment très abondamment au cours de toute la croissance du maïs, sont sans doute les seuls

organes de propagation de la maladie, non seulement pendant une saison culturale mais d'une culture à l'autre. Il faut donc théoriquement qu'elles conservent leur vitalité pendant les quatre à six mois que dure la saison sèche jusqu'au commencement des pluies, époque à laquelle s'effectuent les semis. En Oubangui-Chari, ceux-ci s'échelonnent en général de mars à juin et la récolte de juin à octobre mais, dans certains endroits humides, les autochtones font deux à trois récoltes par an ; au cours de cette période, la rouille se propage et contamine les cultures suivantes par les urédospores séjournant sur les fanes. Il y a donc pendant la saison humide une formation presque continue d'urédospores.

Nous avons effectué les essais suivants pour déterminer la durée de vitalité des urédospores :

Essai I :

Des feuilles, gaines et fragments de tiges sèches, portant de nombreux urédosores, ont été récoltés directement sur pieds après la récolte des épis, et conservés dans l'atmosphère sèche d'un dessiccateur contenant du silicagel.

Des urédospores ont été prélevées chaque mois pendant un semestre, placées dans les conditions optima de germination et examinées au bout de vingt-quatre heures. Nous avons obtenu les résultats suivants :

Mois	1	2	3	4	5	6
Germination %	87	92	64	57	49	35

Essai II :

Des feuilles fortement atteintes de rouille étaient maintenues au laboratoire dans les conditions de température et d'humidité ambiantes. Les essais de germination, réalisés chaque mois comme précédemment, ont permis d'obtenir :

Mois	1	2	3	4	5	6
Germination %	83	62	42	35	28	22

Essai III :

Des pieds de maïs fortement atteints étaient laissés en place après la récolte des épis. De décembre à mai, les essais de germination des urédospores prélevées mensuellement sur leur support ont abouti aux résultats suivants :

Mois	1	2	3	4	5	6
Germination %	72	57	28	9	0	0

Au bout de cinq et six mois, la plupart des urédospores étaient vidées de leur contenu cytoplasmique.

Essai IV :

Nous avons placé dans un frigidaire des fragments de feuilles, gaines et tiges de maïs.

Une température variant entre 0 et — 1° y était maintenue pendant dix jours. Les essais de germination ont montré que l'action d'une telle température pendant vingt-quatre heures ne tue pas les urédospores, qui, soumises ensuite aux conditions optima, germent plus rapidement (au bout de deux heures) avec un pourcentage élevé. Mais son action prolongée, dix jours, par contre, détruit pour plus de 50 % d'entr'elles leur pouvoir germinatif. Ce sont probablement les spores immatures qui sont tuées.

Conclusions :

1° Les urédospores maintenues dans un milieu à faible teneur d'humidité peuvent conserver leur vitalité pendant au moins six mois, mais leur pourcentage de germination diminue progressivement de 92 à 35 %.

2° A l'abri de la pluie et dans les conditions naturelles d'humidité et de température, leur pouvoir germinatif diminue sensiblement en six mois de 83 % à 22 %.

3° Sur les pieds de maïs demeurant dans les champs, la vitalité des urédospores diminue au cours des premiers mois et leur pouvoir germinatif est nul au-delà de quatre mois.

4° L'action des températures basses de courte durée ne détruit pas le pouvoir germinatif des urédospores. Elles germent au contraire plus rapidement et leur filament germinatif est plus vigoureux que celui des urédospores maintenues dans les conditions naturelles.

VI. ÉTUDE EXPÉRIMENTALE

Pénétration du parasite. Durée d'incubation

Le mécanisme de la pénétration de *P. sorghi* dans les tissus du maïs a été étudié par Weber (*l. c.*) en 1922. L'auteur utilisant des plantules âgées de dix jours placées en chambre humide observait qu'un appressorium se formait sur le stomate et qu'une hyphe plus mince pénétrait dans la chambre sous-stomatique. Parfois l'appressorium ne se formait pas : l'hyphe pénétrait directement l'orifice stomatique et le mycélium se développait ensuite dans les espaces intercellulaires en contact avec le parenchyme.

Une étude de cette nature n'a pas été signalée jusqu'ici sur *Puccinia polysora*.

Nous avons étudié expérimentalement la germination des urédospores au contact des feuilles de maïs, le mode de pénétration des hyphes d'infection et la durée d'incubation de la maladie jusqu'à l'apparition des urédosores visibles à l'œil nu, sur des plantules âgées d'un mois et issues de graines des trois variétés suivantes : Yangambi 120 jours, Jaune des Landes et Blanc nain.

Les essais ont été effectués dans des bacs en ciment de 1 m² de superficie et 70 cm de profondeur, et les jeunes plantules étaient protégées par des cloches en vitrex jusqu'au moment de leur contamination. Celle-ci eut lieu lorsqu'elles atteignaient 30 cm de hauteur environ et portaient quatre feuilles bien développées qui subirent alors sur leur face supérieure une fine aspersion d'urédospores prélevées directement sur feuilles vivantes de maïs, et en suspension dans de l'eau de pluie stérile, aspersion réalisée avec un micropulvérisateur. Avant la contamination, la terre des bacs était abondamment arrosée de manière que l'atmosphère emprisonnée par les cloches puisse se maintenir saturée d'humidité le plus longtemps possible.

Un contrôle était effectué au bout de trois, six et douze heures, quatre, dix et douze jours, par prélèvement de fragments de feuilles de chacune des variétés et examens microscopiques de coupes

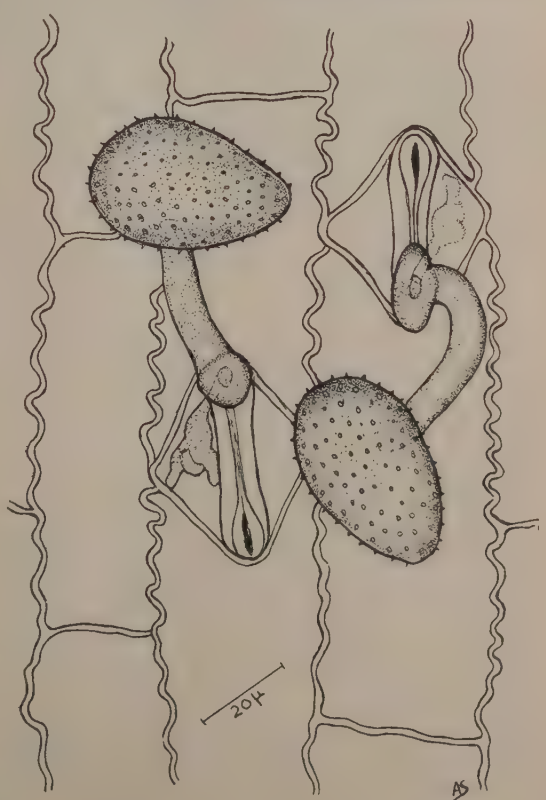


Fig. 10 — Coupe tangentielle à la face supérieure d'une feuille, trois heures après la contamination artificielle. Formation d'appressoria et pénétration des hyphes à travers les stomates.

tangentielles et transversales, qui nous ont permis d'étudier la pénétration et l'évolution du parasite dans les tissus de la plante-hôte.

Au bout de trois heures :

Les coupes tangentielles montrent que 30 % environ des urédospores germent en donnant naissance à un tube germinatif court et trapu, mesurant 10-20 × 6-7 μ. Ceux des urédospores en germination à proximité des stomates sont doués d'un tropisme caractéristique et se dirigent vers l'orifice stomatique décrivant parfois une courbe assez marquée. Les extrémités des tubes étroitement appliquées contre les stomates présentent un renflement globuleux à dixoïde, dont le contenu cytoplasmique paraît plus dense que celui du filament lui-même, la membrane qui l'entoure est mince. Cette partie du tube germinatif modifié constitue l'appressorium (Fig. 10), dont la partie plane, en contact avec le stomate, porte un point brillant central, transparent, de forme arrondie ou ovale, non colorable par le bleu coton lactique, pas toujours visible, qui a l'aspect d'un pore de 2,5-3 μ de diamètre. C'est là que prendra naissance l'hyphe de pénétration.

Aucune infection apparente n'était encore observée et le nombre d'urédospores germées porteurs d'appressoria était réduit, ne dépassant pas 5-10 % sur l'ensemble des échantillons examinés.

Au bout de six heures :

L'examen des feuilles révèle alors une germination importante variant de 50 à 70 %. Les tubes germinatifs présentent deux aspects différents : les uns s'allongent en se ramifiant à la surface de la cuticule et progressent sans former d'appressoria et sans pénétrer dans les tissus ; les autres, courts et trapus, doués d'un tropisme caractéristique, se dirigent vers les stomates quelle que soit leur position par rapport à eux et, à leur contact, se renflent pour former un appressorium.

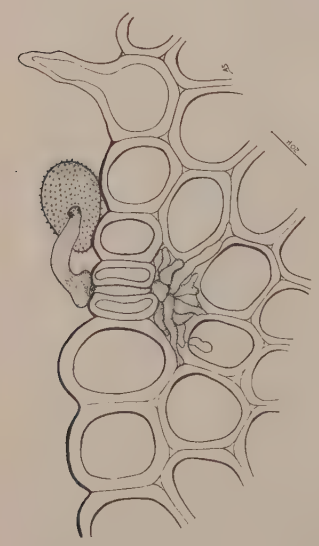


Fig. 11. — Coupe transversale dans une feuille, six heures après l'inoculation. Cheminement de l'hyphe d'infection à travers l'orifice stomatique avec formation de l'hyphe primaire et du stroma sous-stomatique.

Les coupes tangentielles permettent d'observer qu'un certain nombre d'infections s'est réalisé, mais relativement peu par rapport au nombre d'urédospores qui existent à la surface des feuilles contaminées ; il ne dépasse pas 10-15 %. La pénétration de l'hyphe d'infection à travers l'orifice stomatique devient apparente sur ces mêmes coupes, mais elle est plus visible sur les coupes transversales (Fig. 11). Cette hyphe prend naissance au ni-

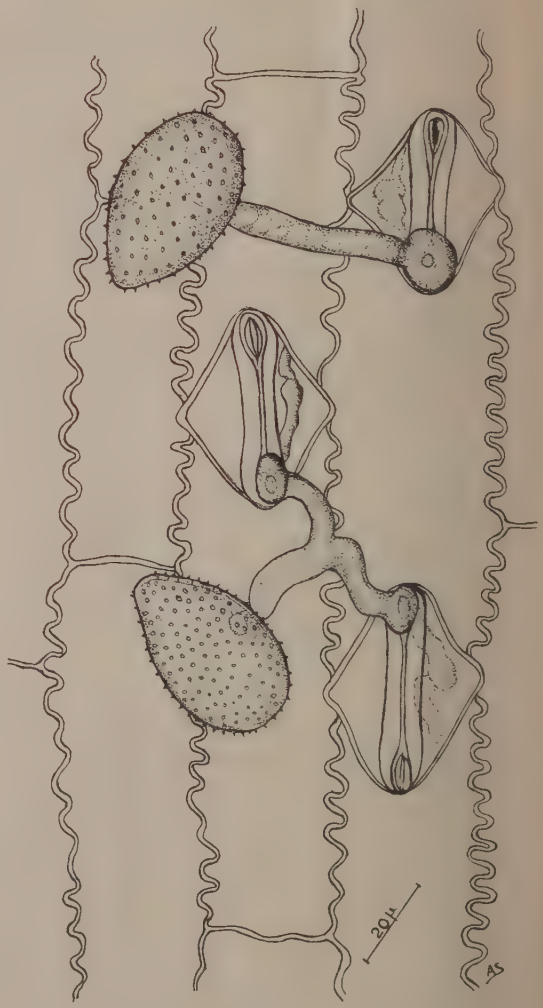


Fig. 12. — Coupe tangentielle à la face supérieure d'une feuille, six heures après l'inoculation. Division de l'hyphe germinative en deux filaments et formation d'appressoria au contact des stomates.

veau de la partie brillante de l'appressorium qui a l'aspect d'un pore. Grêle, à paroi mince incolore, de forme cylindrique, elle pénètre à travers l'orifice stomatique pour gagner la chambre sous-stomatique. Son extrémité s'élargit alors en une vésicule globuleuse, ou d'aspect amiboïde, pour constituer l'hyphe primaire qui, proliférant rapidement, donne naissance à de nombreuses ramifications qui tendent à occuper toute la cavité sous-stomatique. Parfois, le tube germinatif se ramifie en deux filaments, chacun se dirige vers un stomate, et, à son contact, forme un appressorium typique avec formation d'hyphes de pénétration (Fig. 12). Il est rare que le tube germinatif au contact d'un stomate pénètre directement son orifice sans y former un appressorium.

Nous n'avons jamais observé de pénétration directe par la cuticule mais uniquement par les stomates.

Au bout de douze heures :

Le nombre d'infections ne dépasse pas 20-30 % des spores germées. Dans l'ensemble des cas, l'hyphe primaire a donné naissance à de nombreuses hyphes secondaires incolores, qui ont déjà envahi toute la cavité stomatique. Parfois, l'infection étant plus avancée, les hyphes après avoir envahi la chambre sous-stomatique ont pénétré profondément dans les tissus du parenchyme foliaire, cheminant à travers la membrane mitoyenne aussi bien dans le sens transversal que tangentiel. Au contact des parois des cellules, les hyphes émettent un filament grêle qui les perce, pénètre dans la cavité cellulaire et se renfle en une vésicule cylindrique ou digitée constituant les suçoirs par lesquels il puise les matières nutritives. Dans chaque cellule, on peut trouver un à sept suçoirs.

A ce stade, nous n'avons observé aucune altération apparente des tissus.

Au bout de quatre jours :

Les hyphes ont envahi toute l'épaisseur de la feuille et ont atteint le niveau des cellules épidermiques de la face inférieure du limbe. Leur progression horizontale est également importante (Fig. 13). Mais c'est surtout autour du point d'infection qu'elles se multiplient intensivement pour constituer un stroma sous-épidermique de plus en plus épais, qui soulève l'épiderme, tandis que les cellules à son contact se compriment, se déforment en s'altérant et leur cavité est envahie par le mycélium.

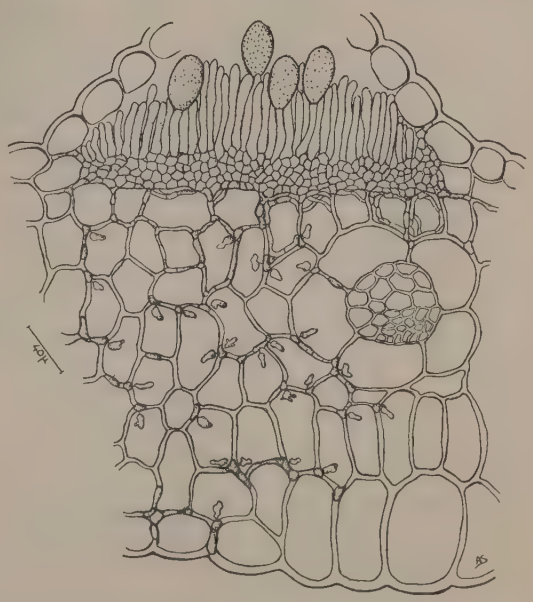


Fig. 13. — Coupe transversale dans une feuille, quatre jours après l'inoculation. Stroma sous-épidermique avec formation d'urédospores, envahissement par le hyphes de toute l'épaisseur de la feuille et formation de suçoirs dans les cellules.

Au bout de dix jours :

Aucune altération des tissus n'est macroscopiquement visible.

Au bout de douze jours :

On observe sur les feuilles de petites taches arrondies, jaunâtres, correspondant aux tissus altérés par les hyphes du stroma sous-épidermique du parasite. Les urédosores ne deviennent visibles que quinze à vingt jours après la contamination et leur éclatement n'a été observé que cinq jours plus tard.

Nous pouvons donc conclure que la durée d'incubation du champignon dans les conditions de l'expérience varie de quinze à vingt jours.

VII. ÉTUDE ANATOMIQUE

Des coupes transversales pratiquées sur feuilles (fig. 13), gaines (fig. 14) et tiges (fig. 15) ont mis en évidence que :

Le mycélium issu des amas stromatiques sous-épidermiques progresse aussi bien tangentiellement qu'en profondeur tendant à envahir toute l'épaisseur du limbe. Incolore, cloisonné, cylindrique ou à contour irrégulier, il chemine à travers les cellules du tissu parenchymateux en suivant toujours la voie intercellulaire par la membrane mitoyenne. Dans les méats des tissus, il s'élargit et forme de petits amas stromatiques. Sur leur parcours, au contact des parois des cellules, les hyphes émettent des filaments grêles, qui percent leur membrane aux parties non épaissies pour gagner la cavité

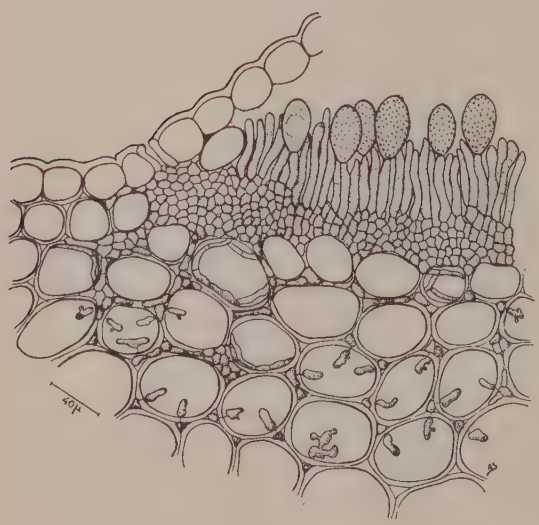


Fig. 14. — Coupe transversale dans une gaine. Présence de stroma urédosporé sous la cuticule et envahissement des tissus par le mycélium du champignon.

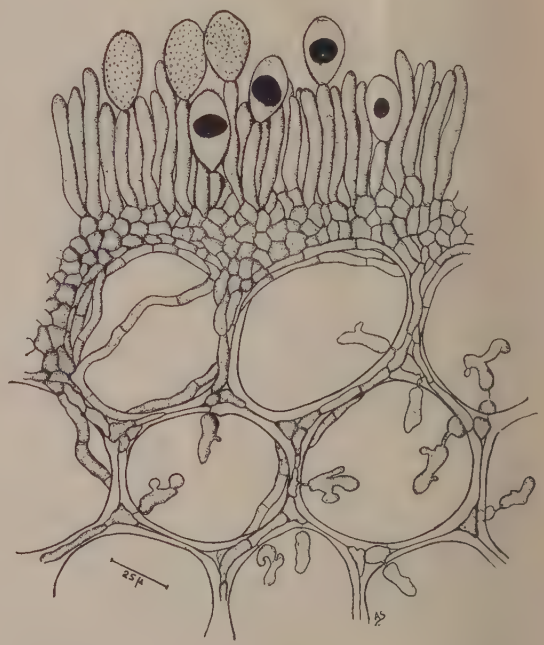


Fig. 15. — Coupe transversale dans une tige montrant le stroma urédosporé, l'envahissement des cellules et la progression intercellulaire des hyphes.

cellulaire, où ils donnent naissance à des suçoirs cylindriques, digités ou de forme irrégulière, à membrane fine, mesurant 12-30 × 7-12 µ, qui puisent les matières nutritives (Fig. 16). Dans chaque cellule on peut trouver un à sept suçoirs parfois davantage.

Dans les tissus de la feuille, le mycélium dans sa progression horizontale forme de distance en distance de nouveaux amas stromatiques qui, par superposition d'hyphes, soulèvent l'épiderme pour donner naissance à un stroma urédosporé, ou urédosore, qui provoquera son éclatement. Autour du point primaire d'infection, de nouveaux urédosores se forment et ainsi de suite. Le même processus de cheminement s'observe dans les tiges. Dans sa progression en profondeur dans les tissus de la feuille et des gaines, le mycélium qui atteint les cellules épidermiques de la face inférieure peut constituer des stromas urédosporés comme à la face supérieure.

Au contact du mycélium, les cellules ne paraissent pas altérées, même celles qui sont envahies par les suçoirs. En général, le mycélium profond reste toujours intercellulaire, cependant les cellules directement au contact du stroma urédosporé, déformées sous la pression des nombreuses hyphes, sont tuées et leur cavité est envahie par le mycélium (Fig. 15 et 16).

Nous n'avons observé que très rarement des hyphes mycéliennes à l'intérieur des vaisseaux libéro-ligneux des feuilles.

Les hyphes envahissent généralement le parenchyme des tiges où elles progressent rapidement, envoyant de nombreux suçoirs dans les cavités des cellules. Elles franchissent plus difficilement le sclérenchyme qu'en général elles contournent. Nous n'en avons pas observées dans les vaisseaux libéro-ligneux. Une seule fois, nous avons pu constater la présence de sécrétions gommeuses avec formation de thylles.

Au cours de sa progression, le mycélium peut envahir toute l'épaisseur des tissus et atteindre les cellules de la moelle. La mort des cellules ne survient que lentement par épuisement de leur contenu cellulaire. Cette réaction est en général un caractère des variétés très réceptives ; la nécrose des tissus environnant les sores n'apparaît que très tardivement. Par contre, pour les variétés résistantes, la grande sensibilité des cellules et la mort rapide des tissus environnant l'hyphe primaire d'infection créent un milieu défavorable à sa prolifération et le champignon s'enkyste ou meurt d'inanition.

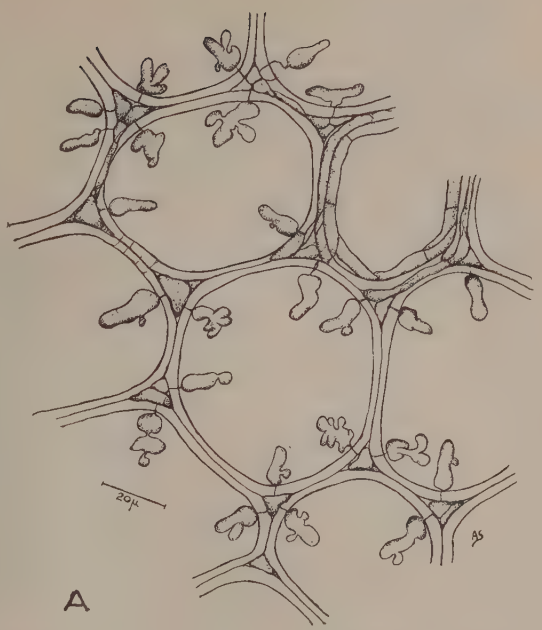


Fig. 16. — Formation de suçoirs dans les cellules de la tige.

VIII. DÉGATS

Bien qu'originaire des Etats-Unis d'Amérique, l'importance des dégâts causés par *Puccinia polysora* sur maïs y est imprécise puisque, pendant longtemps, cette rouille fut confondue avec *P. sorghi*.

Sur le continent africain, Meiffren (l. c.), en 1950, signalait de graves dégâts, qu'il attribuait alors à *P. sorghi*, sur maïs blancs tendres au Dahomey, en particulier dans les régions de Pobé, Aliada, Sakété, Adjohom, aux environs de Porto-Novo et dans les cercles de Ouidah et Athiémé. D'après Mallamaire (l. c.), en 1951-1952, la maladie est grave dans le Bas-Togo et au Dahomey, où les pertes atteignent en moyenne 40 % dans le Nord, et, dans le Sud, varient de 45 à 90 % pour les récoltes du premier cycle et de 5 à 60 % au deuxième cycle. En Côte d'Ivoire, elle est sérieuse et plus grave dans les régions forestières du Sud que dans le Centre et le Nord. Dans les colonies anglaises de Sierra Leone, Gold Coast et Nigeria, les dégâts sont évalués à 30-70 %.

L'importance des dégâts imputables à *P. polysora* dans les îles de la Réunion, Maurice et Madagascar n'a pas encore été divulguée. Au Cameroun, en 1952, les dégâts étaient estimés à 50-95 % dans les régions de N'Tem, Dja et Lobo, Nyong et Sanaga.

En Afrique Equatoriale Française, où la rouille américaine fut observée pour la première fois en décembre 1952 sur une collection d'hybrides américains de maïs reçus de la STAT et sur quelques autres variétés cultivées à Boukoko, les dégâts étaient très élevés et la récolte presque détruite. En Lobaye (Oubangui), les pertes causées par ce dangereux parasite atteignent 70-80 %. Elles sont aussi graves dans plusieurs localités de la Haute-Sangha, dans les régions de Mobaye et de l'Ouaka Kotto. Tout dernièrement la région du M'Bomou, voisine du Congo Belge, fut reconnue atteinte également.

Au Moyen-Congo, où *P. polysora* a fait son apparition au début de cette année à la Station Agronomique de Loudima, ses dégâts sur la variété Yangambi 120 jours attaquée lors de la floraison n'ont eu que de très faibles conséquences sur la récolte. Par contre, dans la région agricole de Likouala-Mossaka et en particulier dans le District d'Ewo, la production de maïs était fortement compromise.

Pour le Territoire du Gabon, où ce même parasite a été introduit des régions limitrophes du

Cameroun (Ambam) dans la région du Woleu-N'Tem, nous n'avons aucune donnée sur l'importance des dégâts qu'on lui attribue.

Le champignon a également envahi les cultures de maïs du Tchad. Mais les renseignements imprécis obtenus au cours de notre tournée de novembre 1952 ne nous ont pas permis d'estimer l'importance des dégâts.

Les observations dans la nature, ainsi que les contaminations artificielles effectuées sur maïs à des stades végétatifs différents, ont permis de constater que les dommages causés par la rouille américaine sont d'autant plus importants que l'infection est plus précoce. La perte de récolte peut être sinon totale tout au moins très élevée.

Nous avons effectué les essais de rendements suivants sur trois variétés de maïs contaminées artificiellement à trois stades végétatifs différents à raison de cinquante pieds par stade et par variété.

I. Maïs contaminé vingt-cinq jours après la levée (quatre feuilles)

Variété	Epis récoltés	Epis presque stériles	Epis quart pleins	Epis demi pleins	Epis trois quarts pleins	Epis pleins	Dégâts %
Jaune des Landes	50	14	7	11	12	6	55,5
Yangambi 120 jours ...	50	9	12	5	16	8	49,0
Blanc nain	50	17	5	9	15	4	58

II. Maïs contaminé quarante-cinq jours après la levée (six feuilles)

Jaune des Landes	50	5	8	6	16	15	36,0
Yangambi 120 jours ...	50	3	5	3	11	28	22,0
Blanc nain	50	7	11	9	10	13	44,5

III. Maïs contaminé soixante a soixante-dix jours après la levée (apparition des inflorescences males)

Jaune des Landes	50	0	3	0	5	42	12,0
Yangambi 120 jours ...	50	0	1	1	7	41	6,0
Blanc nain	50	0	5	3	12	30	18,5

Un autre facteur qui joue un rôle très important dans l'intensité des dégâts est l'époque des semis. En général, les semis précoces effectués au début de la saison des pluies (courant mars) sont attaqués tardivement et les conséquences sont moins graves que sur les semis réalisés plus tard ou au deuxième cycle.

La richesse du sol intervient également. D'après nos observations dans la nature et les essais expérimentaux, le maïs cultivé dans les sols de forêts, riches en humus, réagissent mieux malgré les attaques de rouille et les dégâts sont moins importants. En ajoutant au sol du fumier et des engrais minéraux (sulfate de potassium, superphosphate, sulfate d'ammonium), les rendements en maïs Yangambi 120 jours étaient excellents, bien supérieurs à la planche témoin, dont la terre n'avait reçu ni fumure, ni engrais. Malgré la présence de *P. polysora*, la plupart des pieds ont donné chacun deux épis bien formés, qui atteignaient 15-35 cm de long, tandis que les attaques identiques sur les pieds témoins provoquèrent une diminution des rendements de 45 %, la longueur des épis variait de 10 à 20 cm et le tiers était mal formé.

L'humidité et la température ont aussi une action prépondérante sur l'intensité des attaques de rouille. Dans les lieux humides, les régions forestières, les bas-fonds, ainsi que pendant les saisons pluvieuses, le degré d'infection et la rapidité d'extension de la maladie sont plus grands que sous des climats secs.

Différences variétales dans la réceptivité

Weber (19), étudiant en 1922 la réceptivité du maïs vis-à-vis de *Puccinia sorghi*, avait employé soixante-trois collections séparées de onze spores pour infecter sept espèces et huit variétés de maïs. Il trouva que toutes se comportaient de la même façon sur chacune, mais que les espèces et les variétés étaient plus ou moins réceptives. En ne testant que sur les troisième et septième feuilles, il classa les sept espèces de *Zea* suivant leur sensibilité en sept degrés de réceptivité, de 1 à 7.

Ullstrup (17), en 1943, rapporte qu'il existe de grandes différences dans la résistance entre les différentes lignées de dent corn aux Etats-Unis.

En 1926, Stakman et Christensen (15) notaient la présence de certaines variétés de maïs hautement résistantes à *P. sorghi* et d'autres très réceptives. En 1928, ces mêmes auteurs et Brewbaker (16) signalent une grande différence dans la réceptivité du maïs à l'égard des formes physiologiques de *Puccinia sorghi*. Dans cent soixante-et-onze lignées naturelles de deux à sept ans, ils en trouvèrent soixante résistantes, quatre-vingt-huit intermédiaires et vingt-trois réceptives. D'après Lathbury en 1933 (6), il existe au Kenya quelques lignées résistantes à la fois à *P. sorghi* et *Helminthosporium turcicum*.

En 1936, Savulescu, Sandu-Ville, Aronescu et Alexandri (13) estimant la réceptivité de quatorze lignées de la variété Regele Ferdinand les classaient de 0 à 5.

Meijers (10) en signalant des attaques de *P. sorghi* rangeait les variétés affectées en variétés réceptives (généralement précoces) : telles que Mecklemburg, Pomerania, Blanc des Landes, Nano, précoce Succi ; en variétés relativement résistantes : Giersdorf, Minnesota 23, Northwestern, Précoce C. C. ; en variétés non attaquées (généralement tardives) : Précoce cinquantino F. S., Minnesota 14 et Yellow Baden Land.

En ce qui concerne *P. polysora*, nous ne possédons encore que peu de données sur les résistances variétales du maïs.

D'après Mallamaire (l. c.), des essais ont été effectués sur une vingtaine de variétés locales de différentes régions du Bas-Dahomey semées côte à côte à la Station de Niaouli. Toutes se sont montrées très sensibles à la rouille américaine et aucune n'a pu être retenue pour la multiplication. D'après le même auteur, parmi les variétés américaines introduites à la même Station, les premiers essais ont montré que deux variétés à graines jaune orange, Capetown et Cuba Amarillo, présentent une certaine résistance et donnent des rendements convenables. En Nigeria et Gold Coast, des travaux de cette nature ont été entrepris et les premiers résultats seraient satisfaisants. Parmi les variétés locales, il existe des différences dans la réceptivité, et, l'une d'entre elles, Tsolo, a montré une certaine tolérance à la rouille américaine.

A la Station de Boukoko, les variétés : Yangambi 120 jours, Jaune des Landes, Blanc nain, Scagolia et Plata ont été testées à quatre reprises différentes. Les quatre dernières se montrent très sensibles. Yangambi 120 jours l'est moins et les rendements obtenus sont assez bons.

Tous les hybrides américains : Kansas 1859, Y 81, U 80 D8, V 72, Dixie 33, Early orange, Wisconsin 341, Florida-W 1, Ohio K24, N-Carolina, Dixie 18, Indiana, Iowa, Texas, Wisconsin 1600, Ohio K35, U70 D2, U67, U59, U41, I, White Turpan, VS13, U6, U28, U32 A, envoyés par la STAT en 1952, ont été fortement attaqués.

Comme le maïs tient une grande place dans l'alimentation de certaines races autochtones d'Afrique Equatoriale Française, des introductions de variétés étrangères doivent se faire en vue de rechercher des variétés sinon résistantes ou réfractaires tout au moins tolérantes à l'égard de ce redoutable parasite.

IX. MOYENS DE LUTTE

La forme écidienne de *Puccinia polysora* étant encore inconnue et la formation de téleutospores étant très rare ou inexistante en Afrique Centrale, les urédospores qui se forment abondamment sur le maïs sont jusqu'ici les seuls organes de propagation et de transmission de la maladie durant le cycle végétatif de la plante et les organes de conservation d'un cycle à l'autre.

En outre, les essais effectués concernant la vitalité des urédospores sur les fanes de maïs maintenues dans les conditions naturelles ont montré qu'elles peuvent conserver leur pouvoir germinatif

pendant au moins trois mois et, pendant six mois, à l'abri de l'humidité. Mais cette faculté germinative diminuant avec le temps, on ne trouve dans les conditions naturelles sur les feuilles, gaines et tiges qu'une faible quantité d'urédospores susceptibles de germer : 28 % au bout de trois mois, 9 % au bout de quatre mois.

Dans certaines régions forestières, où l'humidité est toujours très élevée et la saison sèche peu marquée, les cultures de maïs effectuées dans les bas-fonds et les lieux humides se succèdent durant presque toute l'année. La rouille se perpétue d'une culture à l'autre et la propagation de la maladie se fait par les urédospores transportées par le vent à de grandes distances.

Les moyens de lutte que nous conseillons contre cette rouille sont d'ordre mécanique et chimique :

A. Moyens mécaniques

1° Incinération des fanes de maïs atteints aussitôt après la récolte en vue de détruire les nombreuses urédospores qu'elles hébergent dans leurs tissus. Cette mesure appliquée méthodiquement par tous les planteurs à la fin de chaque récolte peut donner de bons résultats en diminuant l'intensité des attaques sur les cultures suivantes.

2° Ne pas semer le maïs dans les terrains ayant porté une culture atteinte par la rouille ou à proximité : rotation des cultures.

3° Semis précoces. Les observations dans la nature et surtout les essais expérimentaux ont permis de constater que les semis très précoces, effectués dès le commencement des pluies, donnent de bons rendements, malgré les attaques de rouille, à cause de leur apparition tardive. Par contre, les semis effectués en pleine saison des pluies donnent des résultats souvent désastreux par suite de l'apparition de la maladie au stade herbacé. D'où la nécessité de proscrire les semis tardifs et recommander les semis précoces. D'après Mallamaire (l. c.), les mêmes constatations ont été faites par les observateurs britanniques.

4° Choix de terrains riches. Les essais ont montré que l'emploi d'engrais organiques et minéraux améliorent la vigueur des plantes qui, par conséquent, réagissent mieux aux attaques de la rouille, tandis que dans les sols pauvres, le maïs végète mal et les effets de la maladie sont graves. Il est donc recommandé de choisir des terrains riches en humus et d'appliquer les soins culturaux qui favorisent le développement du maïs.

B. Moyens chimiques

1° Les soufrages et les traitements cupriques, sous forme de poudrages et de bouillies, effectués préventivement au cours de la végétation permettent d'éviter les attaques du parasite. Mais ces opérations ne sont pas réalisables dans les conditions actuelles de la culture du maïs pratiquée par les autochtones. De plus, elles s'avèrent onéreuses et étant donné qu'elles doivent avoir lieu deux fois au cours d'un cycle, leur prix de revient dépasserait rapidement la valeur de la récolte.

2° Désinfection des semences. Les essais *in vitro* ont montré que les urédospores placées dans une solution de sulfate de cuivre à 1 °/₀₀ ne germent pas. La désinfection des semences provenant de récoltes atteintes doit donc être conseillée comme mesure préventive, car la surface des graines porte de nombreuses urédospores qui peuvent propager la maladie. Elle peut se faire par trempage dans une solution soit de sulfate de cuivre à 1 % pendant trente à soixante minutes, soit de formol à 0,5 % pendant trente minutes.

En outre, d'après Mallamaire (l. c.), les essais effectués par Jesel au Dahomey, en 1951, qui traitait les semences de plusieurs variétés provenant de cultures très attaquées par *Puccinia polysora* en les trempant dans une solution de sulfate neutre d'ortho-oxyquinoléine à 2 °/₀₀, ont permis de retarder de deux à trois semaines l'apparition de la maladie et par suite de diminuer l'importance des dégâts.

Recherche et emploi de variétés résistantes

Les moyens préventifs et curatifs exposés ci-dessus, appliqués soigneusement, peuvent agir pour diminuer les effets désastreux de la rouille américaine mais ne peuvent pas éliminer le parasite. De plus, la plupart de ces procédés sont d'une part difficiles à appliquer, d'autre part très coûteux.

La méthode la plus efficace et la plus économique est l'emploi de variétés ou hybrides résis-

tants ou peu sensibles. Jusqu'ici les nombreuses variétés testées à la Station de Boukoko se sont révélées très sensibles ou sensibles aux attaques de *P. polysora*. Il est cependant à retenir que la variété Yangambi 120 jours, semée au début de la saison des pluies dans des terrains riches, donne de bons rendements malgré les attaques.

On poursuit activement, en Afrique Occidentale Française et dans les Territoires Britanniques de l'Ouest Africain, les recherches de variétés résistantes, ou tout au moins tolérantes à la rouille, parmi les variétés locales ainsi que par introduction de variétés étrangères et création d'hybrides.

Les généticiens de l'A. E. F., en collaboration avec les phytopathologistes doivent également s'appliquer à rechercher, parmi les variétés locales cultivées dans toute la Fédération, des variétés moins sensibles, voire résistantes à *P. polysora*, à introduire en masse des variétés étrangères et à étudier leur comportement vis-à-vis du parasite, leur adaptation, leur rendement, etc..., et à créer des hybrides adaptés aux conditions du pays et résistants à cette grave maladie.

Septembre 1953.

Laboratoire de Phytopathologie
de la Station Centrale de Boukoko
(A. E. F.)

BIBLIOGRAPHIE

1. Bouriquet (G.). — Présence à l'Ile de la Réunion de *Puccinia polysora* Underw., auteur de la rouille américaine du maïs (*Agron. Trop.*, VIII, 3, pp. 323, 1953).
2. — La rouille américaine du maïs causée par *Puccinia polysora* Underw présente à Madagascar (*Agron. Trop.*), VIII, 4, pp. 428, 1953).
3. Cummins (G. B.). — Identity and distribution of three rusts of corn. (*Phytopath.*, XXXI, 9, pp. 856-7, 1941).
4. Deighton (F. C.). — in *Ann. Rept. Ag. Sierra Leone*, 1949.
5. Kern (F. D.). — Additions to the Uredinales of Venezuela (*Mycologia*, XXX, 5, pp. 537-52, 1938).
6. Lathbury (R. J.). — Report of the acting Senior Plant Breeder (*Rep. Dep. Agric. Kenya*, 1933, pp. 182-200, 1934).
7. Luc (M.). — Présence de *Puccinia polysora* sur le maïs en Côte d'Ivoire (*Rev. int. Bot. appl.*, XXXII, n° 353-354, pp. 194-5, 1952).
8. Mallamaire (A.). — La rouille américaine du maïs en Afrique Occidentale (Note dactyl., 13 pp., 1951-1952).
9. Meiffren (M.). — La maladie du maïs au Dahomey (*Bull. trim. Rech. Agron. Bingerville*, 1 pp. 24-31, 1950).
10. Meijers (P. G.). — Einige waarnermigen over de Maisrost (*Landbouwk, Tijdschr.*, Wageningen, 1, 612, pp. 451-4, 1 diag., 1938).
11. Nance (N. W.). — Some new or noteworthy plant disease records and outstanding developments in the United States in 1949 (*Plant Dis. Reptr.*, Suppl. 194, pp. 364-80, 1950).
12. Rhind (D.), Waterston (J. M.), Deighton (F. C.). — Occurence of *Puccinia polysora* Underw. in West Africa (*Nature*, Lond., 169, 4302, p. 631, 1952).
13. Savulescu (T.), Sandu-Ville (C.), Aronescu (A.), Alexandri (V.). — L'état phytosanitaire en Roumanie en 1934-1935 (*Publ. Cerc. Agron. Romaniei*, 25, 97 p., 23 fig., 2 cartes, 1936).
14. Smith (M. A.). — Infection and spore germination studies with *Puccinia sorghi* (Abs. in *Phytopath.* XVI, 1, p. 69, 1926).
15. Stakman (E. C.), Christensen (J. J.). — Physiologic specialisation of *Ustilago zeae* and *Puccinia sorghi* and their relation to corn improvement (*Phytopath.*, XVI, p. 84, 1926).
16. Brewbaker (H. E.). — Physiologic specialization in *Puccinia sorghi* (*Phytopath.* XVIII, 4, pp. 345-54, 2 fig., 1928).
17. Ullstrup (A. J.). — Diseases of dent corn in the United States (*U. S. Dept. Agr. Circ.* 674, p. 19, 1943).
18. Underwood. — In *Bull. Torrey Bot. Club* 24, p. 86, 1897.
19. Weber (G. F.). — Studies on corn rust. (*Phytopath.*, XII, pp. 89-97, 3 fig., 1922).
20. Wright (J.). — Investigation 1948-49 (*Bull. Dep. Agri. Jamaica* (N. S.), 45, 110 p., 1950).

RÉSUMÉ. — Puccinia polysora, *décrite pour la première fois en* 1897 *par* Underwood *sur* Tripsacum laxum *en Alabama* (*Etats-Unis*), *a été observée depuis sur de nombreuses autres plantes. Sur maïs, c'est* Cummins *qui, le premier la signala, en* 1941, *en examinant des échantillons d'herbier récoltés par* Stakman *au Pérou. Des recherches plus détaillées révélèrent que cette rouille existait depuis longtemps sur maïs en Amérique mais que, jusqu'à la découverte de* Cummins *elle était confondue avec* P. sorghi Schw. *Ellest répandue sur maïs dans tout le Continent américain, Antilles, Afrique Occidentale Française, Territoires Britanniques de Gold Coast et Nigéria, Afrique Equatoriale Française, Cameroun, Iles de la Réunion, Maurice et Madagascar.*

P. polysora *attaque le maïs à tous les stades de sa croissance. Elle affecte les feuilles, gaines, tiges, bractées et inflorescences mâles. Les deux faces des feuilles se couvrent de très nombreuses pustules urédos-*

porées réparties irrégulièrement, arrondies, ovales, rarement allongées, de 1-3 *mm de diamètre, brun jaunâtre à brun clair, au début sous-épidermiques, faisant ensuite éclater l'épiderme. Sur tiges, gaines et autres organes, elles sont ovales, allongées de* 5-7 *mm de long. Les fortes attaques survenues avant ou durant l'épiaison conduisent à une stérilité partielle ou totale des épis et à une diminution de la production ; par contre les attaques tardives n'ont qu'une faible action sur les rendements.*

On suppose qu'il s'agit d'une rouille hétéroïque, mais forme écidienne et plante-hôte n'ont pas été trouvées jusqu'ici.

Les urédospores, abondantes, sont obovoïdes à ovoïdes, rarement globuleuses à piriformes, à membrane mesurant 1,5-2 µ *d'épaisseur, de coloration jaunâtre à jaune d'or, à épispore ornée de fines échinulations peu denses et perceptibles ; percées de* 4-5 *pores germinatifs équatoriaux à subéquatoriaux. Elles mesurent :* 30-34 (26-42) × 21-24 (18-27) µ, *moy. :* 32, 38 × 22,01 µ. $\frac{L}{l}$ = 1,40-1,58.

Les téleutosores sont amphigènes, linéaires ou disposés au hasard, allongés, petits, sous-épidermiques, indéhiscents, brun foncé, noirâtres à brun chocolat.

Les téleutospores sont irrégulièrement ellipsoïdes à obovoïdes, à contour irrégulier, le plus souvent anguleux, à apex tronqué, arrondi ou formant un plateau horizontal incliné, bicellulaires par une cloison médiane, faiblement constrictées à ce niveau ; à membrane mince, jaune brunâtre à brun noisette, lisse, à apex peu épaissi (3,5-4,5 µ) ; *pédicelle court et trapu. Elles mesurent :* 30-49 × 17-28 (*moy. :* 37,1 × 22,5) µ.

Les mésospores, ou téleutospores unicellulaires, sont abondantes à très abondantes, brun jaune à brun chocolat, à membrane lisse, mince, à apex peu épaissi (3,5-4,5 µ), *à contour irrégulier, souvent anguleux, subovoïdes à ovoïdes, à pédicelle court et trapu ;* 22-31 × 15-19 ; (*moy. :* 24,3 × 17,9 µ).

Les urédospores, au contact de fines gouttelettes d'eau, germent entre 20 *et* 32° C. *La température optimum de germination est* 28° ; *de* 33 *à* 35°, *elles ne germent pas. A* 40°, *elles ne sont tuées qu'après* 12-15 *heures et entre* 45 *et* 50° *respectivement au bout de* 6 *et* 2-3 *heures. Les urédospores en présence de fines gouttelettes d'eau germent au bout de* 3-4 *heures à* 28° C. *En présence d'une humidité saturée de vapeur d'eau, la germination est lente et, au bout de* 24 *heures, le pourcentage de germination ne dépasse pas* 15-20 % *à* 28° C.

Les urédospores maintenues dans un milieu à faible teneur d'humidité peuvent conserver leur vitalité pendant au moins 6 *mois, mais leur pourcentage de germination diminue progressivement de* 92 *à* 35 %.

L'étude expérimentale a montré qu'au contact de fines gouttelettes d'eau à la surface des feuilles de jeunes maïs, les urédospores germent, donnant naissance à un tube germinatif trapu qui, doué d'un tropisme caractéristique se dirige vers les stomates, pénétrant l'orifice stomatique au bout de 3-6 *heures par l'appressorium, rarement à travers la cuticule.*

La durée d'incubation du champignon dans les conditions de l'expérience varie de 15 *à* 20 *jours. Les coupes anatomiques des organes atteints révèlent que le mycélium du champignon reste presque toujours intercellulaire, envoyant dans les cellules de nombreux suçoirs qui provoquent leur épuisement et leur mort.*

Les dégâts sur maïs imputables aux attaques de rouille en 1951-1952 *sont très importants dans les cultures des territoires où elle est signalée. En Afrique Occidentale Française :* 40-90 %. *Dans les Territoires Britanniques (Sierra Leone, Gold Coast et Nigeria) :* 30-70 %. *Au Cameroun, en* 1952 : 50 *à* 95 %. *En Oubangui-Chari :* 70-80 %.

Les moyens de lutte conseillés sont : l'incinération des fanes après la récolte, la rotation des cultures, les semis précoces, le choix de terrains riches et la désinfection des semences avec des produits anticryptogamiques (sulfate de cuivre, sulfate neutre d'orthoxyquinoléine). Mais la méthode la plus efficace et la plus économique est l'emploi de variétés résistantes ou, tout au moins, tolérantes.

SUMMARY. — *Described for the first time, in* 1897, *by* Underwood Puccinia polysora *who had discovered it in Alabama (U. S. A.) on* Tripsacum laxum, *has since been observed on many other plants.* Cummins *was the first to mention it, in* 1941, *on* Zea mays *after a survey of Herbarium samples collected by* Stakman *in Perou. More comprehensive investigations revealed that this rust had, for a long time, been a disease of* Zea mays *in America, but that until* Cummin's *discovery it was mistaken for* P. sorghi Schw. *It can be found on* Zea mays *in every part of the American Continent, West Indies, French West*

Africa, Gold Coast, Nigeria, French Equatorial Africa, Cameroon, Bourbon Island, Mauricè and Madagascar.

P. polysora *is destructive to* Zea mays *at every stage of its development. It affects the leaves, sheathes stalks, bracts and male inflorescences. Both sides of the leaves are covered a great number of scattered uredosporate, pustules rounded, oval, rarely oblong, 1-3 mm diam., yellowish brown to light brown, sub-epidermal in the first stages, later bursting the epidermis. On the stalks, sheathes and other organs, they are oval, oblong, 5-7 mm long. The heavy infection occurring before and during the heading lead to partial or total sterility of the ears and thus to a reduction of the yields; on the other hand infection occurring late in the season has but a negligible effect on the yields.*

It is presumed that this rust is heteroecious, although aecidial form and host plant remain to be discovered.

Uredospores are abundant, obovoid to ovoid, rarely globose to piriform, membrane with 1.5-2 μ *thickness, yellowish to golden yellow, epispore finely echinulate, few and hardly visible, pierced by* 4 *to* 5 *equatorial to subequatorial germ pores:* 30-34(26-42) × 21-24 (18-27) μ *Med:* 32.38 × 22.01 μ $\frac{L}{l}$ = 1.40-1.58.

Teleutosores are amphigenous, linear or disposed at random, oblong, small, subepidermal, indehiscent, dark brown, blackish to chocolate brown.

Teleutospores are irregularly ellipsoid to obovoid, margin irregular, often angular; apex truncate, rounded or forming an horizontal sloping plate, bicellular (with median wall), slightly constricted at this level; membrane thin, brownish yellow to nut brown, smooth, apex slightly thickened (3.5-4.5) μ. *Pedicel short and thick set:* 30-49 × 17-28 (*Med:* 37.1 × 22.5) μ.

Mesospores or teleutospores are unicellular, abundant to highly abundant, yellowish brown to chocolate brown, membrane smooth and thin, apex slightly thickened (3.5-4.5) μ, *margin irregular, sometimes angular, subovoid to ovoid, pedicel short and thick set;* 22-31 × 15-19 (*Med:* 24.3 × 17.9) μ.

Germination of uredospores occurs in contact with fine droplets of water at a temperature of 20-32°C. *Optimal temperature for germination is* 28°C; *from* 33 *to* 35°C *no germination occurs. At* 40°C *they are killed after* 12 *to* 15 *hours and at* 45 *to* 50°C *death happens respectively after* 6 *and* 2 *to* 3 *hours.*

In presence of fine droplets of water uredospores germination occurs at 28°C, *within* 3 *to* 4 *hours. In an atmosphere saturated with water vapour, germination is slow and after* 24 *hours, germination is not higher than* 15-20 % *at* 28°C.

If maintained in a medium with a low humidity content uredospores may remain viable for, at least, six months; but percentage of germination sinks gradually from 92 *to* 35 %.

Experimental survey has shown that when in contact with fine water droplets on the surface of young maize leaves, uredospores begin to germ, giving birth to a thick set germinative tube, endowed with a typical tropism growing directly towards the stomata and penetrating into the stomatal hole, after 3-6 *hours through the appressorium, rarely through the cuticle.*

Under experimental conditions, the period of incubation of the fungus varies between 15 *to* 20 *days. Anatomic sections of diseased organs reveal that the fungus mycelium remains practically always intercellular, and that several of its suctorial organs reach the cells which are exhausted and die.*

Damages to Zea mays *brought about by rust in* 1951 *and* 1952 *are very serious in any of the crops of the territories where it is known to have been epidemic. In French West Africa* : 40-90 %. *In the British Territories (Sierra Leone, Gold Coast and Nigeria)* 30-70 %. *In Cameroon,* in 1952 : 50-95 %. *In Ubangi-Shari* : 70-80 %.

Control measures recommended are : *burning of vegetal remnants after the harvest, crops rotation, early planting, rich soils, and seed desinfection with fungicide products such as* : *copper sulphate, oxyquinoline sulphate. However the most efficient and most economic method is to use resistant, or, at the very least, tolerant varieties.*

RESUMEN. — Puccinia polysora *descripta por primera vez, en* 1897, *por* Underwood *sobre* Tripsacum laxum, *en Alabama (U. S.A.) ha sido, luego, observada sobre muchas otas plantas.* Cummins *fué el primero, en* 1941, *a senâlarla en examinando especimens de Herbarium colectados por* Stakman *en Peru. Investigaciones mas completas revelaron que este anublo existia, hace ya mucho tiempo, sobre el maiz, pero que hasta la descubierta de* Cummins, *esta enfermedad se confundia con.* P. sorghi Schw. *Es muy extendida, sobre el maiz, en todo el continento Americano, las Antillas, Africa Occidental Francesa Gold Coast y Nigeria, Africa Ecuadorial Francesa, Camerun, Islas de la Reunion, Maurice y Madagascar.*

P. polysora *ataca el maiz a todo los estadios de su desarollo. Esta virosa afecta a las hojas vainas, tallos, bracteas y inflorescencias machas. Los dos lados de las hojas se cobren de numerosas pustulas uredosporadas irregularmente difusas, redondeadas, ovales, tal vez oblongas, diam.* 1-3 *mm, pardo amarillejo hasta pardo claro, al principio sub epidermicas, luego haciendo reventar el epidermis. Sobre los tallos, vainas y otros organos, estas son ovales, oblongas,* 5-7 *mm de largo. A consecuencia de los ataques serios occuriendo antes o despues de la formacion de las mazorcas se nota una sterilidad parcial y a veces total de las mazorcas que disminuye el rendimento ; al contrario, ataques tradios no tienen gran efecto sobre estos rendimentos.*

Se supone que este anublo es heteroïco, aun que hasta la fecha no se haya descubierto ni la forma aecidiana ni la planta-huesped.

Los uredosporos son abundantes, obovoidos hasta ovoidos, a veces globulosos hasta piriformes, onc membrana de 1,5-2 *de espesor, de coloracion amarillejo hasta amarillo oro, con episporo adornado de finas equinulaciones, poco densas o perceptibles ; perforadas por* 4-5 *poros germinativos ecuadoriales hasta subecuadoriales* : 30-34 (26-42) × 21-24 (18-27)µ *pro medio* : 32.38 × 22.01 µ $\frac{L}{l}$ = 1.40-1.58.

Los teleutosoros son anfigenos y lineares o colocados al azar, oblongos, pequenos, subepidermicos indehiscentes, pardo obscuro ,negrisco hasta pardo chocolate.

Los teleutosporos son irregularmente ellipsoidos hasta obovoidos ; perfil irregular, a menudo anguloso, apex truncado, redondeado o formando un platillo horizontal inclinado, bicelulares mediante una pared media, ligeramente constrictidos a esta altura ; membrana delgada, amarillo pardeado hasta pardo avellana, liso, apex ligeramente espeso (3.5-4.5), *pediculo corto y compacto. Tienen siguentes medidas* : 30-49 × 17-28 (*pro medio* : 37,1 × 22,5)µ.

Los mesosporos o teleutosporos unicelulares son abundantes hasta muy abundantes, pardo amarilloso hasta pardo chocolate, hasta irregular, a menudo angulosos, subovoïdos hasta ovoidos, con pediculo corto y compacto, 22-31 × 15-19 (*pro medio* : 24.3 × 17.9)µ.

Al contacto de menudas gotas de agua los uredosporos germinan entre 20-32°C. *La temperatura optima de germinacion es de* 28° ; *de* 33 *à* 35° *no pueden germinar. A* 40° *mueren despues de* 12-15 *horas, y entre* 45 *y* 50° *respectivamente al termino de* 6 *y* 2-3 *horas.*

Los uredosporos, en presencia de menudas gotas de agua germinan despues de 3-4 *horas a* 28°C. *En una atmosfera saturada con vapor de agua, la germinacion es lenta y al termino de* 24 *horas el porcentaje no sobrepasa* 15-20 % *a* 28°C.

Los uredosporos mantenidos en un medio con grado de humedad bajo pueden conservar su vidalidad, por lo menos, durante 6 *meses, pero el porcentaje de germinacion baja progressivamente de* 92 *a* 35 %.

El estudio experimental muestra que al contacto de menudas gotas de agua sobre las hojas de nuevas plantas de maiz, los uredosporos germinan, engendrando un tubo germinativo compacto dotado de un tropismo caracteristico que se dirige hacia las estomas, penetrando el agujero estomatico al termino de 3-6 *horas pasando por el appressorium y a veces a traves de la cuticula.*

En condiciones experimentales, el periodo de incubacion del hongo varia de 15 *a* 20 *dias. Cortes anatomicos de organos enfermos revelan que el mycelium del hongo queda casi siempre intercelular y dirige en las celulas numerosos chupadores, provocando asi el agotamento y la muerte de estas.*

Los danos sobre el maiz y imputables a los ataques del anublo por el periodo 1951-1952 *son muy importantes en los cultivos de los territorios en los cuales fue observado. En la Africa Occidental Francesa* : 40-90 % .*En los Territorios Britanicos* (*Sierra Leone, Gold Coast y Nigeria*) 30-70 %. *En Camerun en* 1952 : 50-95 %. *En Oubangui-Chari* : 70-80 %.

Los medios de combate recomendados son : Quemar los residuos vegetales despues de la cosecha, Rotacion de los cultivos, Sembrar temprano, Elijir terrenos ricos y desinfectar las semillas mediante productos anti-criptogamicos (*Sulfato de cobre, Sulfato neutro de ortoxyquinoleina*). *Pero el metodo mas eficiente y mas economico reside en el empleo de variedades resistentes, o, por lo menos, tolerentes.*